

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2009230272

UDC \_\_\_\_\_

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

虚拟化技术在 HP 小型机上的应用研究

The Research and Application of Virtualization

Based on HP Small Computers

毕晓峰

指导教师姓名: 曾 文 华 教 授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2 0 1 1 年 4 月

论文答辩日期: 2 0 1 1 年 5 月

学位授予日期: 2 0 1 1 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2011 年 4 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于  
年    月    日解密，解密后适用上述授权。

（    √    ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日

## 摘 要

虚拟化 (Virtualization) 技术最早出现在 20 世纪 60 年代的 IBM 大型机系统, 在70年代的 System 370 系列中逐渐流行起来, 这些机器通过一种叫虚拟机监控器 (Virtual Machine Monitor, VMM) 的程序在物理硬件之上生成许多可以运行独立操作系统软件的虚拟机 (Virtual Machine) 实例。随着近年多核系统、集群、网络甚至云计算的广泛部署, 虚拟化技术在商业应用上的优势日益体现, 不仅降低了 IT 成本, 而且还增强了系统安全性和可靠性, 虚拟化的概念也逐渐深入到人们日常的工作与生活中。

本文首先从整体结构、详细结构、拓扑结构、存储及IP资源分配等多个方面, 完成了由基于三台HP小型机上的十多个虚拟机共同组成8个环境的总体设计, 确定了每个环境所采用的虚拟化技术、其拓扑结构以及资源分配情况。在系统的总体设计上, 结合了不同的操作系统系统版本、以及informix、oracle等主流数据库产品及中间件软件, 并采用了如操作系统双机、数据库RAC等主要技术来验证虚拟技术的通用性及可靠性。

之后, 本文再分别从物理主机和虚拟主机两个层面, 对各主机进行了详细设计, 并在详细设计中确定了每一台主机的参数设置及详细规划, 以便在实施中可以顺利进行。最后, 本方还针对于其中的一台物理主机, 详细地描述了其虚拟机的创建过程。

本文在系统设计中, 从虚拟化技术选取、系统软件版本、数据库及中间件软件、环境构建方面都进行了全面考虑, 覆盖了建设银行内的相应的系统架构, 故本文对虚拟机在HP-UX上的实现, 以及虚拟机技术在建设银行系统内的进一步推广, 有重要的指导意义, 同时也可作为虚拟机技术在其他类型小型机上实现的参考资料。

**关键词:** 虚拟化; 物理主机; 虚拟主机

## Abstract

Virtualization technique was first used on IBM mainframe in 1960's, and it was broadly adopted in IBM System370 in 1970's. Through a Virtual Machine Monitor (VMM), such mainframe supports multiple independent operation systems on a same physical platform. With the advances of multi-core system, cluster, grid, and cloud computation, the virtualization technique has become attractive in commercial applications, not only reducing the IT cost, but also improving the system security and stability. The concept of virtualization has gradually been integrated into people's daily work and life.

This thesis presents a system based on 3 HP small computers. The system has 8 environments built on more than 10 virtual machines. The system is designed from various aspects, including system architecture, subsystem structure, topology, and memory / IP address allocation. In particular, each environment in the system is optimized for the virtualization technique, topology, and resource allocation. This work not only integrates various operation systems and main database products (i.e. Informix, Oracle, and plug-in), but also validates system compatibility / stability of the virtualization technique using dual core or database RAC.

This thesis then describes the design of each minicomputer from both physical machine level and virtual machine level, and configures the parameters for each minicomputer. In addition, this thesis details the development of the virtual machine by using one minicomputer as an example.

In summary, this thesis discusses the selection of virtualization technique, supporting operation system, database and its application software, and environment setup. It covers different aspects required by setting a banking system. Therefore this thesis serves as a guideline on building virtual machine on HP-UX, and on applying the virtualization technique to China Construction Bank banking system. It also serves as a reference for the virtualization application on other types of minicomputers.

**Key words:** Virtualization; Physical Machine; Virtual Machine

## 目 录

<b>第一章 绪论</b>	<b>1</b>
1.1    论文背景	1
1.2    国内外研究状况	1
1.3    论文研究的内容及意义	2
1.4    论文的组织架构	3
<b>第二章 虚拟化技术简介</b>	<b>4</b>
2.1    虚拟化的概念	4
2.2    系统虚拟化	4
2.3    服务器虚拟化	5
2.4    基于 HP-UX 的虚拟化技术	5
2.4.1    HP VSE 概述	5
2.4.2    nPar 技术	6
2.4.3    vPar 技术	6
2.4.4    Integrity VM 技术	7
2.5    小结	7
<b>第三章 验证环境的总体设计</b>	<b>9</b>
3.1    整体结构设计	9
3.1.1    总体需求	9
3.1.2    硬件资源概况	9
3.1.3    虚拟化技术选取	10
3.1.4    总体结构图	10
3.2    分区结构设计	12
3.2.1    分区设计原则	12
3.2.2    分区设计列表	12
3.3    存储分配设计	13

3.3.1	存储分配原则.....	13
3.3.2	存储分配列表.....	14
<b>3.4</b>	<b>拓扑结构设计 .....</b>	<b>15</b>
3.4.1	环境 1 (HPUX11.31+Oracle10g MC 双机) .....	15
3.4.2	环境 2 (HPUX11.31+Informix11.5 MC 双机) .....	16
3.4.3	环境 3 (HPUX11.31+Oracle10g RAC +Dataguard) .....	16
3.4.4	环境 4 (HPUX11.31+Informix11.5 SDS+HDR) .....	17
3.4.5	环境 5 (HPUX11.31+WebLogic10) .....	18
3.4.6	环境 6 (HPUX11.31+Tuxedo10) .....	18
3.4.7	环境 7 (HPUX11.23+Oracle10g) .....	19
3.4.8	环境 8 (HPUX11.23+Informix10) .....	19
<b>3.5</b>	<b>IP 设计 .....</b>	<b>20</b>
3.5.1	IP 设计原则 .....	20
3.5.2	IP 分配列表 .....	20
<b>3.6</b>	<b>小结 .....</b>	<b>21</b>
<b>第四章</b>	<b>验证环境的详细设计 .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>物理主机设计 .....</b>	<b>22</b>
4.1.1	硬件情况 .....	22
4.1.2	操作系统设计 .....	23
4.1.3	网络设计 .....	25
4.1.4	存储连接设计 .....	25
<b>4.2</b>	<b>虚拟主机设计 .....</b>	<b>26</b>
4.2.1	环境一 .....	26
4.2.2	环境二 .....	29
<b>4.3</b>	<b>小结 .....</b>	<b>31</b>
<b>第五章</b>	<b>验证环境的实施过程 .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>物理机安装及配置 .....</b>	<b>33</b>
5.1.1	操作系统安装 .....	33
5.1.2	操作系统配置 .....	33

5.1.3	虚拟机软件安装.....	33
5.1.4	识别存储.....	34
<b>5.2</b>	<b>虚拟机的创建及配置 .....</b>	<b>35</b>
5.2.1	创建虚拟机 VM .....	35
5.2.2	增加虚拟硬盘.....	35
5.2.3	增加虚拟网卡.....	36
5.2.4	增加其它虚拟设备.....	36
5.2.5	虚拟机安装操作系统.....	36
5.2.6	虚拟机配置及管理.....	37
5.2.7	虚拟机的基本测试.....	37
<b>5.3</b>	<b>小结 .....</b>	<b>38</b>
<b>第六章</b>	<b>总结与展望 .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>论文的总结 .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>下一步的展望 .....</b>	<b>39</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>致 谢</b>	<b>.....</b>	<b>43</b>



## Contents

<b>Chapter 1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Overview.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Thesis Contents .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Thesis Structure .....</b>	<b>3</b>
<b>Chapter 2 Virtualization technique.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Concept of Virtualization.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 System-level Virtualization .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Server Virtualization .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Virtualization on HP-UX.....</b>	<b>5</b>
2.4.1 Concept of HP VSE.....	5
2.4.2 nPar Technique.....	6
2.4.3 vPar Technique.....	6
2.4.4 Integrity VM Technique.....	7
<b>2.5 Summary.....</b>	<b>7</b>
<b>Chapter 3 System Design .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Architecture Design .....</b>	<b>9</b>
3.1.1 Requires.....	9
3.1.2 Hardware Resource Overview.....	9
3.1.3 Virtualization Technique Selection.....	10
3.1.4 Architecture Diagram.....	10
<b>3.2 Machine Partition.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Machine Partition Principle.....	12
3.2.2 Machine Partition Table.....	12
<b>3.3 Memory Allocation.....</b>	<b>13</b>

3.3.1	Memory Allocation Principle.....	13
3.3.2	Memory Allocation Table.....	14
<b>3.4</b>	<b>Topology Design .....</b>	<b>15</b>
3.4.1	Environment 1 (HPUX11.31+Oracle10g MC ) .....	15
3.4.2	Environment 2 (HPUX11.31+Informix11.5 MC) .....	16
3.4.3	Environment 3 (HPUX11.31+Oracle10g RAC +Dataguard) ..	16
3.4.4	Environment 4 (HPUX11.31+Informix11.5 SDS+HDR) .....	17
3.4.5	Environment 5 (HPUX11.31+WebLogic10) .....	18
3.4.6	Environment 6 (HPUX11.31+Tuxedo10) .....	18
3.4.7	Environment 7 (HPUX11.23+Oracle10g) .....	19
3.4.8	Environment 8 (HPUX11.23+Informix10) .....	19
<b>3.5</b>	<b>IP Design.....</b>	<b>20</b>
3.5.1	IP Design Principle.....	20
3.5.2	IP Allocation Table.....	20
<b>3.6</b>	<b>Summary.....</b>	<b>21</b>
<b>Chapter 4</b>	<b>Detailed Design.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Machine Design .....</b>	<b>22</b>
4.1.1	Hardware Resource.....	22
4.1.2	Operation System Design.....	23
4.1.3	Network Design.....	25
4.1.4	Memory I/O Design.....	25
<b>4.2</b>	<b>Virtual Machine Design .....</b>	<b>26</b>
4.2.1	Environment 1 Design.....	26
4.2.2	Environment 2 Design.....	29
<b>4.3</b>	<b>Summary.....</b>	<b>31</b>
<b>Chapter 5</b>	<b>VM Implementation.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Machine Installation and Configuration .....</b>	<b>33</b>
5.1.1	Operation System Installation.....	33
5.1.2	Operation System Configuration.....	33

5.1.3	Virtual Machine Software Installation.....	33
5.1.4	Memory Detection.....	34
<b>5.2</b>	<b>Virtual Machine Creation and Configuration .....</b>	<b>35</b>
5.2.1	Virtual Machine Creation.....	35
5.2.2	Virtual Hard Disk Creation.....	35
5.2.3	Virtual Network Adapter Creation.....	36
5.2.4	Additional Virtual Device Creation.....	36
5.2.5	Operation System Install on VM.....	36
5.2.6	Virtual Machine Configuration and Management.....	37
5.2.7	Basic Function Test for VM.....	37
<b>5.3</b>	<b>Summary.....</b>	<b>38</b>
<b>Chapter 6</b>	<b>Conclustions and Future Work.....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>Conclustions .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>Future Work.....</b>	<b>39</b>
<b>References</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>Acknowledgments</b>	<b>.....</b>	<b>43</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 论文背景

虚拟化技术（Virtualization）是伴随着计算机技术的产生而出现的，在计算机技术的发展历程中一直扮演着重要的角色。虚拟化技术最早出现在 20 世纪 60 年代的 IBM 大型机系统，在 70 年代的 System 370 系列中逐渐流行起来，这些机器通过一种叫虚拟机监控器（Virtual Machine Monitor, VMM）的程序在物理硬件之上生成许多可以运行独立操作系统软件的虚拟机（Virtual Machine）实例。随着技术的发展和市场竞争的需要，大型机上的技术开始向小型机和 UNIX 服务器上移植，IBM、HP 和 SUN 后来都将虚拟化技术引入各自的高端 RISC 服务器系统中。<sup>[1]</sup>

近年来随着服务器虚拟化技术的普及，出现了全新的数据中心部署和管理方式，为数据中心管理员带来了高效和便捷的管理体验。该技术还可以提高数据中心的资源利用率，减少能源消耗。这一切，将使用虚拟化技术成为中国建设银行北京数据中心下一步的研究方向之一。

### 1.2 国内外研究状况

早在 20 世纪 60 年代 IBM 大型主机出现后不久，就有分区技术（partition）出现，用以解决由于计算资源过剩而被限制的问题。至今，IBM、HP 等老牌的计算机厂商仍然是大型机、小型机分区虚拟化技术的领导者。这些技术的具体信息如表 1-1 所示<sup>[2]</sup>。

表 1-1：UNIX 环境下主要的虚拟化厂商

厂商	技术	产品
IBM	Dynamic LPARs p5 Micro-Partitions	IBM' sx440
HP	nPar par	HP-UX 11i on HP 9000

1995 年后, x86 平台上各种各样的虚拟化技术开始出现。与分区虚拟化需要专有的硬件配合不同, x86 的开放体系使虚拟化技术可以作为一种纯软件得到更广泛的应用。

但在个人计算机领域广泛使用的 x86 体系结构的先天设计, 存在对系统虚拟化的支持缺陷。为从根本上解决这个问题, 最好的方法是从体系结构本身入手。Inter 公司和 AMD 公司在 2006 年以后都逐步推出了带有硬件虚拟化的处理器, 以从根本上保证 x86 架构是一个可虚拟化的架构。<sup>[3]</sup>

除了 x86 处理器架构中加入了硬件的虚拟化支持外, 其他处理器也先后纷纷在硬件中加入了虚拟化支持。IBM 公司于 2001 年在 POWER4 处理器中加入了虚拟化的支持, 2004 年在 POWER5 系统中推出了增加的虚拟化支持。作为系统厂商, IBM、HP 都采用了一种整体的类虚拟化策略, 除了在硬件里加入对虚拟化的支持外, 还在固件层加入了相应的类虚拟化 VMM (Virtual Machine Monitor, 虚拟机监控器) 层。<sup>[1]</sup>

从 20 世纪 90 年代至今, 虚拟化技术已经取得了长足的发展, 呈现出一派百花齐放的繁荣景象。除了 VMware、Xen 之外, 还有非常多的新兴虚拟机软件涌现出来。如 KVM、Oracle 的 Oracle VM、HP 的 Integrity VM、IBM 的 z LPARs 等。而小型机和微机领域的虚拟化经过十多年的发展, 今天已经形成了一个良好的生态系统, 包括从各有特色的各种虚拟化软件, 到各个层次的硬件 (如处理器、芯片组和设备等) 对虚拟化的支持。随着整个信息产业界的不断发展, 年轻的虚拟化将会迎来更多的发展机遇和进一步的需求。

### 1.3 论文研究的内容及意义

从各种期刊中的研究文献中<sup>[4], [8]</sup>可以看出, 虚拟化技术在国内的 x86 平台上已有广泛应用, 在一些数据中心也进行了一定的应用研究<sup>[9] [10]</sup>, 但在建设银行的目前 IT 架构下, 尚未有在 HP 小型机上实现除 nPar (硬分区) 以外的虚拟化技术的案例, 尤其是综合实施案例。本论文在将通过此次设计与实施, 主要研究的以下具体内容:

研究虚拟化技术在小型机环境上的综合设计方案;

研究虚拟化技术, 尤其是 VM (虚拟机) 技术在 HP 小型机上的设计与实现方案

研究如何在使用多种虚拟化技术的情况下，共同构建主机集群。

研究虚拟化技术，尤其是 VM 技术在 HP 小型机的具体实施过程。

在本次研究中，通过参考 HP 相关技术文档<sup>[11]</sup>，<sup>[13]</sup>，结合实施规范<sup>[14]</sup>，将验证基于 HP 小型机的多平台（包括操作系统、数据库、中间件）情况下，虚拟机建设的可操作性，以及运行的稳定性。并通过具体的实施，构建虚拟化部署指导文档，并编写相关实施工艺，为建设银行的 IT 架构部署以及日后的虚拟化技术综合应用的推广打下基础。

## 1.4 论文的组织架构

本论文重点研究了虚拟化技术在 HP 小型机的应用研究。全文总共分为六章，组织结构如下：

第一章介绍了虚拟化技术的背景、目的、内容以及研究的意义。

第二章对虚拟化技术进行了说明，主要介绍了虚拟化概念，系统虚拟化、服务器虚拟化的相关技术要点，并着重阐述了本次将要使用的基于 HP-UX 的三种虚拟化方式。

第三章介绍了虚拟化设计总体方案，具体包括虚拟化技术选取、各虚拟机（或虚拟分区）设计、存储分配方案，以及根据模拟需求，需建设的由各虚拟机（或虚拟分区）组建各验证环境的拓扑结构等。

第四章详细描述了虚拟化在实现中，所涉及到的每个物理机及虚拟机的详细配置设计方案。包括物理主机层面的操作系统、网络、存储连接，以及虚拟机层面的用户、网络、存储等。

第五章详细描述了如何在 HP 小型机上创建并配置虚拟机的过程。

第六章总结了本次虚拟化设计的成果及欠缺，提出了需要进一步完成的工作和对未来的展望。

## 第二章 虚拟化技术简介

### 2.1 虚拟化的概念

计算机虚拟化技术得以出现的根本原因，是计算机硬件系统性能快速增长带来的资源过剩与渴望隔离环境并能共享计算机资源的大量需求之间的矛盾。为解决这一矛盾，在同一独立的计算机硬件平台上，同时安装多种操作系统，并同时运行这些操作系统的系统结构被设计出来，这一技术被称为虚拟化技术。虚拟相对于真实，虚拟化就是在将原本运行在真实环境上的计算机系统或组件运行在虚拟出来的环境中。一般来说，计算机系统分为若干层次，从下至上包括底层硬件资源、操作系统、程序接口，及应用程序。虚拟化技术可以在这些不同层次这间构建虚拟化层，向上提供与真实层次相同或类似的功能，使得上层系统可以运行在该中间层上。这个中间层可以解除其上下两层之间原本存在的耦合关系，使上层的运行不依赖于下层的具体实现。利于这种松耦合关系，系统管理员在对 IT 资源进行维护与升级时，可以降低对用户的影响<sup>[15]</sup>。

### 2.2 系统虚拟化

目前对于大多数熟悉或从事 IT 工作的人来说，“虚拟化”这个词在脑海里的第一印象就是在同一台物理机上运行多个独立的操作系统，即所谓的系统虚拟化。系统虚拟化是广泛接受和认识的一种虚拟化技术。系统虚拟化技术实现了操作系统与物理计算机的分离，使得在一台物理计算机上可以同时安装和运行一个或多个的操作系统。在操作系统内部的应用程序看来，与使用直接安装在物理计算机上的操作系统没有显著差异。

系统虚拟化的核心思想是使用虚拟化软件在一台物理机上虚拟出一台或多台虚拟机 (Virtual Machine, VM)。虚拟机是指使用系统虚拟化技术，运行在一个隔离环境中、具有完整硬件功能的逻辑计算机系统，包括操作系统和其中的应用程序。在系统虚拟化中，多个操作系统可以互不影响地同一台物理机上同时运行，复用物理机资源。

## 2.3 服务器虚拟化

服务器虚拟化将虚拟化技术应用于服务器上，将一个服务器虚拟成若干个服务器使用。其核心技术主要有 CPU 虚拟化、内存虚拟化及设备与 I/O 虚拟化。

CPU 虚拟化技术把物理的 CPU 抽象成虚拟 CPU，任意时刻一个物理 CPU 只能运行一个虚拟 CPU 的指令。每个操作系统可以使用一个或多个虚拟 CPU。在这些操作系统之间，虚拟 CPU 的运行相互隔离，互不影响。

内存虚拟化技术把物理机的内存统一管理，包装成多个虚拟的物理内存分别供若干个虚拟机使用，使得每个虚拟机拥有各自独立的内存空间。在服务器虚拟化技术中，因为内存是虚拟机最频繁访问的设备，因此内存虚拟化与 CPU 虚拟化有同等重要的地位。

除了 CPU 与内存外，服务器中其它需要虚拟化的关键部件还包括设备与 I/O。设备与 I/O 虚拟化技术把物理机的真实设备统一管理，包装成多个虚拟设备给若干个虚拟机使用，处理每个虚拟机的设备访问请求和 I/O 请求。

## 2.4 基于 HP-UX 的虚拟化技术

### 2.4.1 HP VSE 概述

惠普(HP)实验室多年来在 IT 虚拟化研究领域投入了大量资源，奠定了 HP 在服务器虚拟化领域的绝对领先优势，并于 2006 年推出了领先的 HP VSE(Virtual Server Environment，虚拟服务器环境)系列产品。目前基于 Intel 安腾架构的 HP Integrity 动能服务器都已完美加入 VSE 虚拟化技术，具备业界最领先的 VSE 虚拟化应用功能。VSE 是一个多操作系统平台上的集成虚拟化解方案，让 IT 部门能够将一个或多个服务器环境配置为可重复利用的资源池，实现资源集中管理和共享、提高资源利用效率和供应自动化，满足企业日益增长和瞬息万变的业务需求。HP VSE 的优势在于提供了最丰富和宽广的不同分区技术，包括：nPar(硬件分区)、vPar(虚拟分区)、VM(虚拟机)和资源分区等 4 种很齐备的分区方式，这几种分区方式还可叠加使用，这在单台服务器上部署多类分区时，可以提供更好的隔离和灵活性组合<sup>[16], [19]</sup>。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库